

Welding nozzle arrangement used for laser beam-hybrid welding has a cross air flow for guiding the protective gas over the processing site

No. Publication (Sec.) : DE10017845

Date de publication : 2002-01-03

Inventeur : KAPPER GOETZ [DE]; KASIMIR MICHAEL [DE]; DAHMEN MARTIN [DE];
RUSSEK ULRICH [DE]

Déposant : FRAUNHOFER GES FORSCHUNG [DE]

Numéro original : ☐ DE10017845

No. d'enregistrement : DE20001017845 20000411

No. de priorité : DE20001017845 20000411

Classification IPC : B23K26/14; B23K28/02; B23K26/42

Classification EC : B23K9/00, B23K9/173, B23K26/14F

Brevets
correspondants :**Abrégé**

Welding nozzle arrangement comprises a nozzle (2) enclosing a laser beam (1); and a gas feed (4) for introducing a protective gas (6) to a processing site (5). The nozzle has a nozzle chamber (3). A cross air flow is provided for guiding the protective gas over the processing site. An independent claim is also included for welding workpieces using the above arrangement. Preferred Features: A welding electrode (11) is provided in the gas feed. The gas feed and the welding electrode are formed as a MIG burner.

Données fournies par la base d'esp@cenet - I2

BEST AVAILABLE COPY

BEST AVAILABLE COPY

THIS PAGE BLANK (USPTO)

**CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT**



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 Patentschrift
10 DE 100 17 845 C 1

51 Int. Cl. 7:
B 23 K 26/14
B 23 K 28/02
B 23 K 26/42

21 Aktenzeichen: 100 17 845.6-34
22 Anmeldetag: 11. 4. 2000
43 Offenlegungstag: -
45 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 3. 1. 2002

DE 100 17 845 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:
Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der
angewandten Forschung e.V., 80636 München, DE

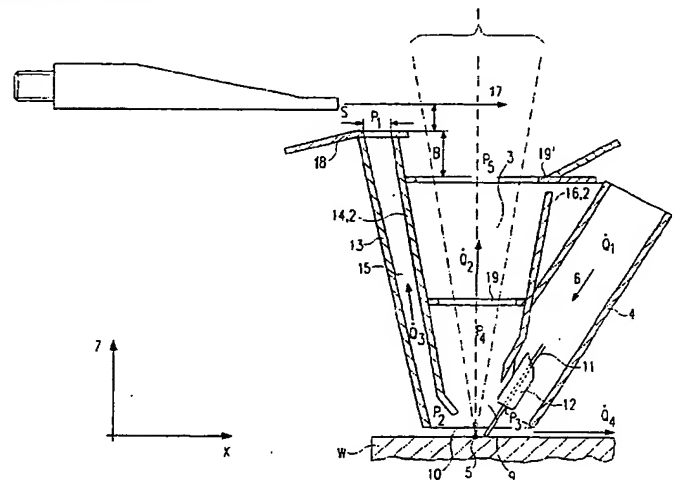
72 Erfinder:
Kapper, Götz, Dipl.-Ing., 52064 Aachen, DE; Kasimir,
Michael, Dipl.-Ing., 45478 Mülheim, DE; Dahmen,
Martin, Dipl.-Ing., 52070 Aachen, DE; Russek,
Ulrich, Dipl.-Phys., 58706 Menden, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE 196 27 803 C1
DE 196 15 633 C1
DE 196 08 074 A1

54 Schweißdüsenanordnung und damit betriebenes Schweißverfahren

57 Die Erfindung betrifft eine Schweißdüsenanordnung
und das damit betriebene Schweißverfahren. Die
Schweißdüsenanordnung weist eine einen Laserstrahl
umhüllende Düse auf, bei der die Düse eine Düsenkam-
mer aufweist, ferner eine Gaszuführung, welche der Bear-
beitungsstelle ein Schutzgas zuführt, wobei eine Gassen-
ke zur Führung des Schutzgases über die Bearbeitungs-
stelle vorgesehen ist.



DE 100 17 845 C 1

[0001] Die Erfindung betrifft eine Schweißdüsenanordnung und das damit durchgeführte Schweißverfahren. Bevorzugtes Anwendungsgebiet ist das Laserschweißen mit Schutzgas sowie das Laserstrahl-Hybridschweißen.

Stand der Technik

[0002] Allgemein bekannt sind Schweißdüsen für das MIG-Schweißen, d. h. für das Schweißen mit Inertgas. Bei diesem Schweißverfahren wird zwischen einer abschmelzenden, metallischen Schweißelektrode und dem metallischen Werkstück ein Lichtbogen gezündet und der Wärmeintrag des Lichtbogens zum Schweißen ausgenutzt. Zusätzlich wird der Bearbeitungs- bzw. Schweißstelle ein Arbeits- oder Schutzgas zugeführt. Hierdurch wird die Schmelze gegen die umgebende Atmosphäre abgeschirmt wodurch eine Reaktion des Schweißgutes mit der Umgebungsluft verhindert werden kann. Weiterhin erlaubt das Schutzgas eine gezielte Veränderung der Schweißnahtgeometrie sowie eine Reduzierung der Poren in der Schweißnaht.

[0003] Unter geeigneten Betriebsbedingungen kann bei diesem Schweißverfahren auch ein Plasma im Bearbeitungsbereich entstehen. In diesem Fall ist die Schutzgasatmosphäre für die Bildung eines kontrollierten Plasmas erforderlich. Gleiches gilt sinngemäß, wenn anstelle der Schweißelektrode ein Laser eingesetzt wird.

[0004] Die handelsüblichen MIG-Schweißdüsen sorgen zwar für einen guten Schutz beim MIG-Schweißen, erlauben jedoch wegen der weiträumigen Abschirmung des Schweißdrahtes keine zusätzliche Einkopplung eines Laserstrahles in den MIG-Schweißprozess. Aus diesem Grund sind MIG-Schweißdüsen für das Laserstrahl-Hybridschweißen ungeeignet. Bei diesem Schweißverfahren wird mittels fokussierter Laserstrahlung Energie in den Werkstoff eingebracht und der Werkstoff darüber aufgeschmolzen. Zusätzlich wird ein Lichtbogen in den Prozess eingekoppelt mit dessen Hilfe zusätzliche Energie und der Schweißzusatzwerkstoff in den Bearbeitungsbereich eingebracht werden kann. Aus den oben genannten Gründen sind für das Laserstrahl-Hybridschweißen spezielle Schweißdüsen erforderlich.

[0005] Eine Schweißdüsenanordnung für das gleichzeitige Schweißbearbeiten mit einem Laserstrahl und einem Lichtbogen wird in der DE 196 27 803 C1 offenbart. Dort wird eine Schweißdüse mit einer sie umgebenden Düsenhülle vorgeschlagen, wobei Düse und Düsenhülle gegeneinander quer versetzte Achsen aufweisen. Zwischen Düse und Düsenhülle befindet sich ein Ringspalt, in der die Schweißelektrode und/oder ihre Elektrodenführung zumindest zum Teil angeordnet sind. Durch den Ringspalt strömt das Schutzgas zur Bearbeitungsstelle. Durch die ringförmige Zufuhr von Arbeitsgas wird eine Staupunktströmung realisiert bei der das Schutzgas innerhalb der Werkstückebene weitgehend isotrop von der Bearbeitungsstelle wegströmt. Zusätzlich entweicht ein Teil des Schutzgases weitgehend senkrecht zum Werkstück durch die Düsenkammer. Durch diese Wahl der Strömungsbedingungen wird die Bearbeitungsstelle durch Schutzgas eingekapselt und geschützt.

[0006] Allerdings fällt die Schweißdüsenanordnung gemäß der DE 196 27 803 C1 konstruktionsbedingt recht groß aus. Bei einer rotationsymmetrischen Ausbildung der Düsenhülle hat die Schweißdüsenanordnung eine kegelförmige Form bei der das Vorhandensein eines Ringspals

einen großen Öffnungswinkel nach sich zieht. Dies ist zum Beispiel bei T-Stößen nachteilig, bei der die Laserstrahlung flach bzw. unter einem kleinen Winkel relativ zur Oberfläche der zu verschweißenden Bauteile eingekoppelt werden muss. Für diese Anwendung können die Bauteile mit einer Schweißdüsenanordnung gemäß der DE 196 27 803 C1 nicht oder nur unter nicht optimalen Winkeln verschweißt werden. Ähnliche Probleme treten bei einer schlechten Zugänglichkeit der zu verschweißenden Bauteile auf. Wird hingegen bei der DE 196 27 803 C1 eine nicht-rotations-symmetrische Ausführung der Düsenhülle verwendet, zum Beispiel eine elliptische Düsenhülle, so fällt die Düsenanordnung in der Längsrichtung recht breit aus.

[0007] Wird bei der DE 196 27 803 C1 zusätzlich mit einer optikabschirmenden Querluftströmung gearbeitet, einem sogenannten cross-jet, so wird über die Düsenkammer Schutzgas von der Bearbeitungsstelle abgesaugt. Damit besteht aber die Gefahr, dass die Bearbeitungsstelle umgebende Schutzgashülle aufgerissen wird und das Schweißgut unbeabsichtigt mit der Umgebungsluft reagiert. Zusammengefasst ist die DE 196 27 803 C1 für die oben skizzierten Anwendungen nur bedingt einsetzbar.

[0008] Die DE 196 15 633 C1 offenbart eine Schweißdüsenanordnung, bei der über eine erste Kammer ein Schutzgas zur Bearbeitungsstelle geführt wird, welches nachfolgend über eine zweite Kammer von einer Pumpe abgesaugt wird. Es ist ferner ein Abstandshalter vorgesehen, der verhindert, dass die Absaugeinrichtung Luft ansaugen kann.

[0009] Die DE 196 08 074 A1 offenbart ein Verfahren zum Schweißen von relativ bewegten Werkstücken, bei dem eine erste Schweißenergiequelle wie zum Beispiel ein Laser vorgesehen ist, mit dem eine Dampfkapillare ausgebildet wird. Weiterhin ist eine zweite Schweißenergiequelle vorgesehen, deren Lichtbogen im Schweißbereich des Werkstückes fußt, und bei dem das Schweißen unter gleichzeitiger Einwirkung von Energie aus beiden Schweißenergiequellen erfolgt.

Darstellung der Erfindung

[0010] Der Erfindung liegt das technische Problem zugrunde, eine Schweißdüsenanordnung und ein Schweißverfahren bereitzustellen, die die oben genannten Probleme nach dem Stand der Technik weitestgehend vermeiden. Das Schweißverfahren und die Schweißdüsenanordnung sollen für das reine Laserschweißen einsetzbar sein, aber auch für das gleichzeitige Schweißbearbeiten mit Laser und Lichtbogen. Insbesondere sollen damit Kehlnähte optimal schweißbar sein.

[0011] Die Lösung dieses Problems wird durch die in den unabhängigen Ansprüchen angegebenen Merkmale gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen für die Düsenanordnung und das Schweißverfahren sind in den Unteransprüchen angegeben.

[0012] Erfindungsgemäß wurde erkannt, dass sich die genannten Probleme nach dem Stand der Technik durch eine Schweißdüsengeometrie lösen lassen, die für eine Staupunktströmung sorgt und gleichzeitig eine Schutzgassenke bereitstellt.

[0013] Bei der erfindungsgemäßen Schweißdüsenanordnung strömt das Schutzgas nicht mehr innerhalb der Werkstückebene isotrop in alle Richtungen weg, sondern es weist vielmehr eine Vorzugsrichtung auf. Diese Vorzugsrichtung ist die Richtung vom Staupunkt zur Schutzgassenke. Die Schutzgassenke ist ein Gebiet mit einem Gasdruck der niedriger ist als in seiner Umgebung. Das Schutzgas strömt dann bevorzugt vom Staupunkt zur Schutzgassenke.

[0014] Durch die Schutzgassenke wird eine Schutzgas-

strömung erzeugt welche die Schweißstelle überströmt und damit das Schweißgut vor Reaktionen mit der Umgebungsluft schützt. Entsprechend muss die Schweißdüsenanordnung Mittel aufweisen die eine derartige Senke herzustellen, so dass dem Schutzgas innerhalb der Werkstückebene eine Vorzugsrichtung aufgeprägt und es dadurch gleichzeitig über die Bearbeitungsstelle geführt wird.

[0015] Als Mittel zur Bereitstellung einer Senke bzw. zur Aufprägung einer Vorzugsrichtung kann ein Saugkanal vorgesehen sein. Wird mittels eines Saugkanals Schutzgas von der Bearbeitungsstelle abgesaugt, so strömt das Schutzgas bevorzugt von der Schutzgaseinlassöffnung zum Saugkanal. Schutzgaseinlassöffnung und Saugkanal legen damit eine Vorzugsrichtung für das strömende Schutzgas fest. Die Bearbeitungsstelle wird von dieser gerichteten Gasströmung umströmt was einen effektiven Schutz des Schweißgutes vor Reaktionen mit der Raumluft sicherstellt. Mithin wird durch die Wahl eines Saugkanals eine die Bearbeitungsstelle umströmende, gerichtete Schutzgasströmung bereitgestellt, bzw. wird das Schutzgas über die Bearbeitungsstelle geführt. Das über die Bearbeitungsstelle geführte Schutzgas strömt weitgehend laminar von der Schutzgaseinlassöffnung zum Saugkanal.

[0016] Als Mittel zur Realisierung einer Senke ist eine reine Querluftströmung vorgesehen. Die Querluftströmung kann für diesen Fall durch ein gasführendes Röhrchen bereitgestellt werden, welches quer zur Schweißrichtung vor dem Laserstrahl über die Werkstückoberfläche bläst. Hierdurch wird, bezogen auf die Vorschubrichtung vor dem Laserstrahl, ein Unterdruck erzeugt. Das Schutzgas wird dann bevorzugt in Schweißvorschubrichtung strömen.

[0017] Beim erfindungsgemäßen Konzept der schutzgasüberströmten Bearbeitungsstelle kann eine besonders kompakte Schweißdüsenanordnung realisiert werden. In einem geometrisch besonders einfachen Fall möge das Schutzgas weitgehend parallel zur x-Achse strömen. Entlang dieser Vorzugsrichtung können sich dann nacheinander die Einlassöffnung der Schutzgaszuführung, die Bearbeitungsstelle, und die Mündungsöffnung für den Absaugkanal befinden. Senkrecht zur Vorzugsrichtung, dies sei die y-Richtung, kann die Schweißdüsenanordnung besonders schmal ausgeführt werden. Dies ist möglich, weil in dieser Richtung kein Kanal für zuströmendes Arbeitgas und auch kein Absaugkanal erforderlich ist. In der Gesamtheit entsteht damit eine besonders kompakte Schweißdüsenanordnung, welche die Zugänglichkeit bei komplizierter Schweißgeometrie begünstigt. Außerdem wird eine für das Schweißen von Kehlnähten erforderliche flache Energieinkopplung in das Werkstück erleichtert.

[0018] In einer einfachen Ausführung weist die Düse einen sich in Richtung der Düsenkammermündung verjüngenden rechteckförmigen Querschnitt auf. Die Gaszuführung besteht in einem Zylinder, welcher unter einem spitzen Winkel gegenüber der Düsenkammerwand angeordnet ist. Die Düsenkammermündung und die Mündung der Gaszuführung bilden gemeinsam die Düsenmündung. Die Richtung der langen Rechteckachse ist dann die x-Achse, und die kurze Rechteckachse die y-Achse im Sinne der Ausführungen des vorstehenden Abschnitts.

[0019] Für das Laserstrahl-Hybridschweißen ist es vorteilhaft, wenn an Stelle der einfachen Gaszuführung ein kommerziell erhältlicher MIG-Brenner gewählt wird, der austauschbar befestigt wird. Der MIG-Brenner enthält dabei die Gaszuführung, und auch die für das Hybridschweißen erforderliche Schweißelektrode. In diesem Sinne sind Gaszuführung und Schweißelektrode als MIG-Brenner ausgeführt. In die erfindungsgemäße Schweißdüsenanordnung wird der MIG-Brenner eingesetzt.

[0020] Um im Bearbeitungsbereich ein Abreißen der Schutzgasströmung zu vermeiden ist es vorteilhaft, wenn das der Bearbeitungsstelle zuströmende Gas hauptsächlich durch den Absaugkanal abgeführt wird, und nur zu einem geringen Teil über die Düsenkammer entweicht. Das Wegströmen des Schutzgases durch die Düsenkammer kann jedoch dann verstärkt auftreten, wenn oberhalb der Düsenkammer zum Schutz der Bearbeitungsoptik eine optikabschirmende Querluftströmung vorgesehen ist, ein sogenannter cross-jet. Eine derartige Querluftströmung hat die Aufgabe, die Bearbeitungsoptik gegen Verunreinigungen wie Rauch und Schweißspritzer zu schützen. Um diese Funktion erfüllen zu können, muss der Querluftstrom zum einen möglichst nahe über der Bearbeitungsstelle strömen, und zum anderen hinreichend stark strömen. Typischerweise läßt man für einen derartigen Gasstrom Druckluft mit einem Druck von ca. 4 bis 6 bar unterhalb der Fokussieroptik quer zur Laserstrahlrichtung strömen. Durch den Querluftstrom entsteht jedoch gleichzeitig ein Sog an der Bearbeitungsstelle womit das Schutzgas über die Düsenkammer von der Bearbeitungsstelle abgesaugt wird. Um diesen störenden Effekt zu minimieren, kann in der Düsenkammer mindestens eine Blende vorgesehen sein, welche den Querschnitt der Düsenkammer einengt.

[0021] Der Querluftstrom wird bei der erfindungsgemäßen Schweißdüsenanordnung zur gezielten Führung des Schutzgases über die Bearbeitungsstelle genutzt. Hierzu wird die Querluftströmung so geführt, dass sie über der der Bearbeitungsstelle abgewandten Öffnung des Absaugkanals strömt. Der damit im Absaugkanal entstehende Unterdruck saugt das Schutzgas über die Bearbeitungsstelle hinweg. In diesem Sinne wirkt die Querluftströmung als Pumpe zur Führung des Schutzgases über die Bearbeitungsstelle. Die Querluftströmung schützt damit zum einen die Bearbeitungsoptik, und gleichzeitig sorgt sie für ein kontrolliertes Strömen bzw. Abführen des Schutzgases über die Bearbeitungsstelle hinweg.

[0022] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung werde nachfolgend anhand der einzigen Zeichnung näher erläutert.

[0023] Fig. 1 zeigt in einer Seitenansicht eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Schweißdüsenanordnung in einem Maßstab von ca. 1 : 1. Mittig befindet sich eine den Laserstrahl (1) umhüllende Düse (2) mit seitlichen Abschlussblechen (14, 16). Der von einer fokussierenden Bearbeitungsoptik (nicht eingezeichnet) kommende Laserstrahl (1) verläuft in Fig. 1 parallel zur z-Achse zur Bearbeitungsstelle (5) des Werkstücks W mit einem abnehmenden Strahldurchmesser, was in Fig. 1 durch die gestrichelte V-förmige Strahlkontur angedeutet ist. Der fokussierte Laserstrahl (1) geht durch die Düsenkammer (3), deren Querschnitt sich in Richtung der Bearbeitungsstelle (5) verjüngt. Die Düsenkammermündung (9) ist rechteckigen Zuschnitts. Seitlich befindet sich die Gaszuführung (4) für die Zuführung eines Schutzgases (6) mit dem Volumenstrom \dot{Q}_1 . Es kann ein beliebiges Schutzgas wie zum Beispiel Stickstoff, Argon, Helium oder ein Formiergas (Stickstoff-Wasserstoff-Gemisch) gewählt werden. Die Gaszuführung (4) ist als MIG-Düse ausgestaltet, d. h. sie weist einen Schweißdraht (11) sowie ein Kontaktröhr (12) auf.

[0024] Die Gaszuführung (4) ist zylindersymmetrisch ausgeführt und leitet das Gas zur Bearbeitungsstelle (5), welche in der x-y-Ebene liegt. Bei einer Projektion der Gaszuführung auf die x-y- bzw. Werkstückebene liegt die Zylinderachse in x-Richtung. Das zuströmende Schutzgas strömt dann in der Bearbeitungsebene entlang der x-Achse.

[0025] Die Mündung der Gaszuführung (4) und die Düsenkammermündung (9) vereinigen sich zur Düsenmündung (10). Auf der der Gaszuführung (4) abgewandten Seite

der Düsenkammer (3) befindet sich ein Anschlussblech (13), welches mit dem Trennblech (14) der Düse (2) einen Absaugkanal (15) bildet. Das der Bearbeitungsstelle (5) zugewandte Ende des Trennblechs (14) ist in Richtung der Bearbeitungsstelle (5) abgewinkelt, um das Entstehen von Wirbeln an der Absaugseite des Absaugkanals (15) bzw. im Bereich der Bearbeitungsstelle (5) zu verhindern. Aus dem gleichen Grund ist das der Bearbeitungsstelle zugewandte Ende des Anschlussbleches (16) zum MIG-Brenner in Richtung der Düsenmündungsmitte abgewinkelt.

[0026] Über der der Düsenmündung (10) abgewandten Seite des Absaugkanals (15) strömt eine Querluftströmung (17) in einem Abstand h von der Öffnung S. Die Querluftströmung (17) schützt die Bearbeitungsoptik vor Verunreinigungen durch den Schweißprozess. Ein Luftleitblech (18) verhindert dabei das Entstehen von Wirbeln im Ansaugbereich, womit dort ein zeitlich konstanter Druck p_1 gewährleistet wird. Um die Sogwirkung der Querluftströmung (17) innerhalb der Düsenkammer (3) zu minimieren, befinden sich in der Düsenkammer (3) zwei Blenden (19, 19'). Durch die Wahl dieser beiden Blenden (19, 19'), durch einen geeigneten vertikalen Abstand B der Saugkanalöffnung S über der äußeren Blende (19'), und auch durch einen geeigneten Abstand h des cross-jets über der Öffnung S wird sichergestellt, dass der Druckunterschied ($p_4 - p_5$) zwischen den beiden Seiten der Düsenkammer (3), und damit der von der Querluftströmung (17) unkontrolliert angesaugte Volumenstrom \dot{Q}_2 minimal ausfällt. Das der Bearbeitungsstelle (5) zuströmende Schutzgas (6) strömt dabei in der Bearbeitungsebene weitgehend entlang der x-Achse zum Mündungsbereich des Absaugkanals (15). Die Bearbeitungsstelle (5) wird dabei laminar von Schutzgas über- bzw. umströmt und so effektiv vor der Raumluft abgeschirmt. Das Schutzgas (6) wird kontrolliert abgesaugt, d. h. über den Absaugkanal (15) in dessen Mündungsbereich ein Druck p_2 vorliegt. Dabei ist es vorteilhaft, wenn der Druck p_2 etwas kleiner ist als der Druck im Bearbeitungsbereich. Über eine Variation der Höhe h sowie der Stärke der Querluftströmung (17) kann der Druck p_1 , und darüber auch der Unterdruck p_2 eingestellt werden, mit der über den Absaugkanal (15) Schutzgas angesaugt und abgeführt wird.

Bezugszeichenliste

1 Laserstrahl	45
2 Düse	
3 Düsenkammer	
4 Gaszuführung	
5 Bearbeitungsstelle	
6 Schutzgas	50
7 cross-jet	
8 Luftleitblech	
9 Düsenkammermündung	
10 Düsenmündung	
11 Schweißdraht	55
12 Kontaktrohr	
13 Anschlussblech	
14 Trennblech	
15 Saugkanal	
16 Anschlussblech	60
17 Querluftströmung	
18 Luftleitblech	
19, 19' Düsenkammerblende	
W Werkstück	
\dot{Q}_1 Volumenstrom des der Bearbeitungsstelle zuströmenden Schutzgases	65
\dot{Q}_2 Volumenstrom des von der Querluftströmung unkontrolliert angesaugten Schutzgases	

\dot{Q}_3 Volumenstrom des durch den Absaugkanal hindurch abgesaugten Schutzgases

\dot{Q}_4 Überschuss-Volumenstrom, der innerhalb der Bearbeitungsebene seitlich entweicht

Patentansprüche

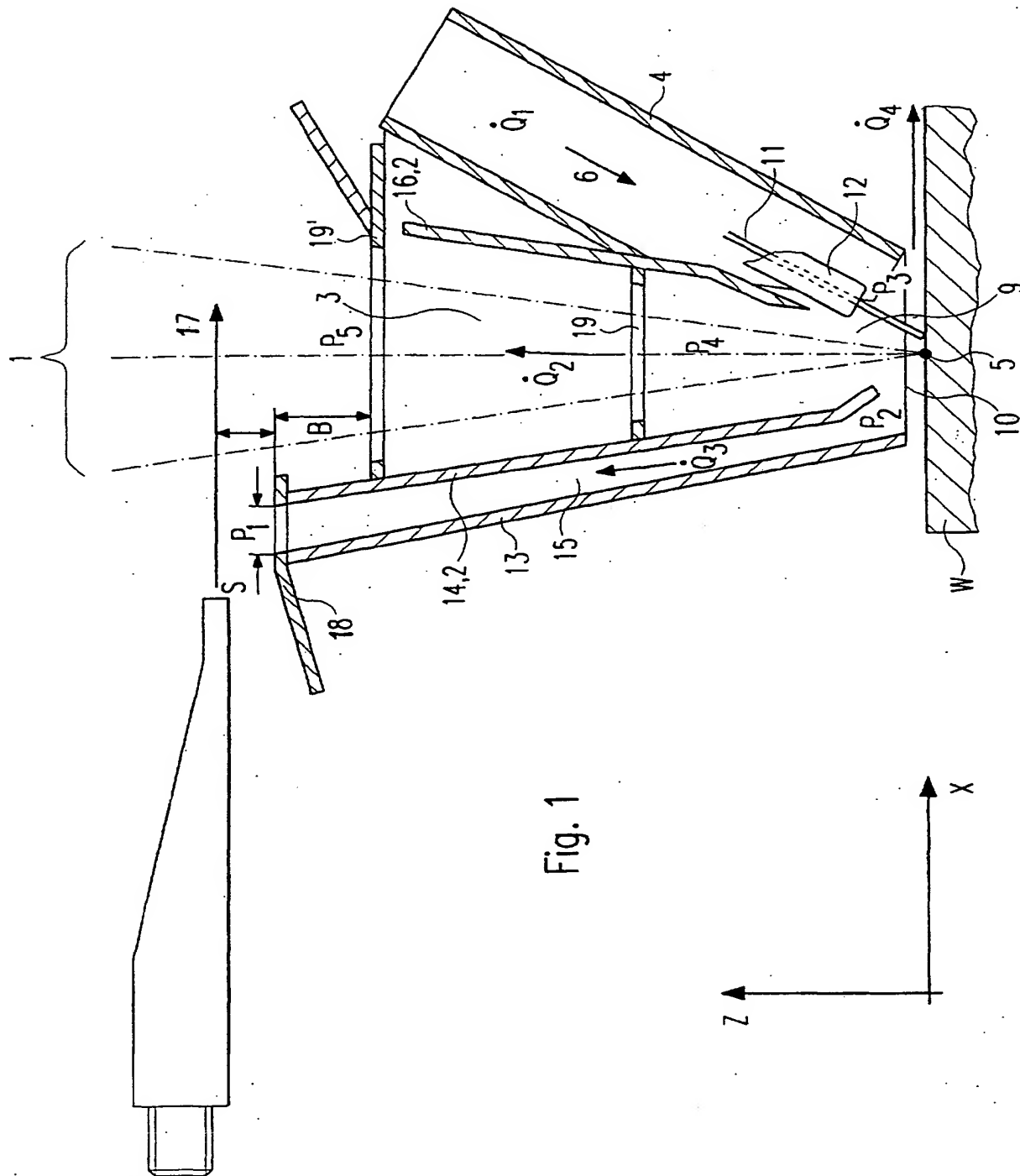
1. Schweißdüsenanordnung, mit einer einen Laserstrahl (1) umhüllenden Düse (2), bei der die Düse (2) eine Düsenkammer (3) aufweist, mit einer Gaszuführung (4), welche der Bearbeitungsstelle (5) ein Schutzgas (6) zuführt, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine über die Laserstrahleintrittsseite der Düsenanordnung geführte Querluftströmung (17) zur Führung des Schutzgases (6) über die Bearbeitungsstelle (5) vorgesehen ist.
2. Schweißdüsenanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass in der Gaszuführung (4) eine Schweißelektrode (11) vorgesehen ist.
3. Schweißdüsenanordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass Gaszuführung (4) und Schweißelektrode (11) als MIG-Brenner ausgeführt sind.
4. Schweißdüsenanordnung nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass in der Düsenkammer (3) mindestens eine Blende (19, 19') vorgesehen ist.
5. Verfahren zum Schweißen von Werkstücken mit Laserstrahlung, bei der der Bearbeitungsstelle (5) ein Schutzgas (6) zugeführt wird, und bei dem durch Absaugen das Schutzgas (6) über die Bearbeitungsstelle (5) geführt wird, dadurch gekennzeichnet, dass man zum Absaugen des Schutzgases (6) eine Querluftströmung (17) über die Laserstrahleintrittsseite der Düsenanordnung vorbeiströmen lässt.
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Querluftströmung (17) als Pumpe zur Führung des Schutzgases (6) eingesetzt wird.
7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass gleichzeitig mit einem Laser und einer Schweißelektrode gearbeitet wird.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

THIS PAGE BLANK (USPTO)

**CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT**



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)